

MOUNTING DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Patent Number: JP2000255277
Publication date: 2000-09-19
Inventor(s): TAKEDA YUJI
Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP
Requested Patent: ☐ JP2000255277
Application Number: JP19990063473 19990310
Priority Number(s):
IPC Classification: B60K5/12; F16F15/02
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a mounting device of an internal combustion engine which can effectively reduce transmission of engine vibration to supports even in the case of an internal combustion engine whose combustion characteristic varies during operation.

SOLUTION: An internal combustion engine E which is switched between lean combustion and stoichiometric air/fuel ratio combustion is suspended and supported on a vehicle body B via an active control mount(ACM) 30. The ACM 30 reduces transmission of engine vibration to the vehicle body B by means of braked vibration output by the supply and discharge of negative pressure based on the turning on/off of a vacuum selector valve(VSV) 20. An electronic control unit 24 calculates the on/off period of the VSV 20 on the basis of the fuel injection quantity and speed of the internal combustion engine E so as to control the braked vibration generated by the ACM 30.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-255277
(P2000-255277A)

(43)公開日 平成12年9月19日 (2000.9.19)

(51)Int.Cl.⁷
B 6 0 K 5/12

識別記号

F I
B 6 0 K 5/12

テームコード (参考)

G 3 D 0 3 5

F 1 6 F 15/02

F 1 6 F 15/02

H 3 J 0 4 8

B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平11-63473

(22)出願日 平成11年3月10日 (1999.3.10)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 武田 勇二

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

Fターム (参考) 3D035 CA43

3J048 AA02 AB07 BA09 BE02 BE03

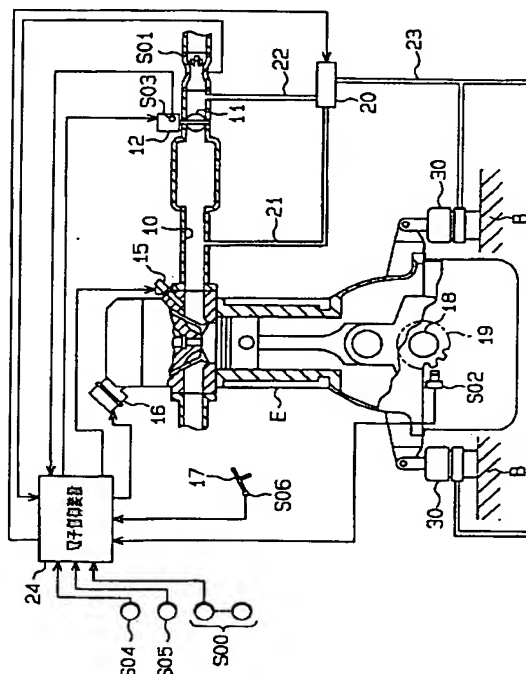
CB22 DA04 EA01

(54)【発明の名称】 内燃機関の懸架装置

(57)【要約】

【課題】運転中に燃焼特性が変化する内燃機関についても、その機関振動の支持体への伝達を効果的に低減することのできる内燃機関の懸架装置を提供する。

【解決手段】希薄燃焼と理論空燃比燃焼とを切り換える内燃機関Eは、アクティブコントロールマウント (ACM) 30を介して車体Bに懸架支持されている。ACM 30は、負圧切換弁 (VSV) 20のオン/オフ切り換えに基づく負圧の給排により出力される制動振動によって、機関振動の車体Bへの伝達を低減する。電子制御装置24は、VSV 20のオン/オフ切り換え時期を内燃機関Eの燃料噴射量及び機関回転数に基づいて算出して、ACM 30の発生する制動振動を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】運転中に燃焼特性の変化する内燃機関を支持体に懸架支持する内燃機関の懸架装置であって、前記内燃機関の振動に対する制動振動を発生して同機関振動の前記支持体への伝達を低減する振動低減機構と、当該機関の出力トルクに基づき前記振動低減機構の前記制動振動発生状態を制御する制御手段とを備えることを特徴とする内燃機関の懸架装置。

【請求項2】運転中に燃焼特性の変化する内燃機関を支持体に懸架支持する内燃機関の懸架装置であって、前記内燃機関の振動に対する制動振動を発生して同機関振動の前記支持体への伝達を低減する振動低減機構と、当該機関の出力トルクを反映する運転状態量に基づき前記振動低減機構の前記制動振動発生状態を制御する制御手段とを備えることを特徴とする内燃機関の懸架装置。

【請求項3】請求項2に記載の内燃機関の懸架装置において、前記制御手段が参照する前記運転状態量は、当該機関の燃料噴射量であることを特徴とする内燃機関の懸架装置。

【請求項4】請求項2に記載の内燃機関の懸架装置において、前記制御手段が参照する前記運転状態量は、当該機関の燃料噴射量及び機関回転数であることを特徴とする内燃機関の懸架装置。

【請求項5】請求項3または4に記載の内燃機関の懸架装置において、前記駆動制御手段が参照する当該機関の運転状態量は、当該機関の点火時期を更に含むことを特徴とする内燃機関の懸架装置。

【請求項6】請求項3～5のいずれか1項に記載の内燃機関の懸架装置において、前記駆動制御手段が参照する当該機関の運転状態量は、当該機関の吸入空気量を更に含むことを特徴とする内燃機関の懸架装置。

【請求項7】請求項1～6のいずれか1項に記載の内燃機関の懸架装置において、前記制御手段は、前記振動低減機構から発生される制動振動の位相を制御するものであることを特徴とする内燃機関の懸架装置。

【請求項8】請求項1～7のいずれか1項に記載の内燃機関の懸架装置において、前記駆動制御手段は、前記振動低減機構から発生される制動振動の大きさを制御するものであることを特徴とする内燃機関の懸架装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関を車体その他の支持体に懸架支持する内燃機関の懸架装置に関するものであり、特に機関振動に対する制動振動を自己発

生する自己振動型の懸架装置に採用して好適な制御構造の具現に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の内燃機関の懸架装置としては、例えば特開平10-331663号公報に記載の装置が知られている。この懸架装置では、当該機関のアイドル運転時に、アクティブコントロールマウント（ACM）内に設けられた空気室に対する吸気負圧の給排によってダイヤフラムを変位させて制動振動を発生させるようにしている。

【0003】また、この懸架装置では、内燃機関の運転条件（エアコンディショナのオン／オフ切り換え）に応じて制御マップを切り換えながら上記発生する制動振動を制御する。このように制動振動を制御することで、当該機関の負荷の変化に起因する機関振動の変化に応じて、その都度適切な制動振動を発生させることができるようになる。

【0004】ところで、このように内燃機関の運転条件に応じて制御マップを切り換えるだけの制御でも、アイドル運転時のような内燃機関の運転状態の変動の少ない運転時に限れば、機関振動の伝達を適切に抑制することはできる。しかしながら、内燃機関の運転状態が激しく変動する通常の運転時には、機関振動の発生状態も複雑に変動するため、単に運転条件に応じて制御マップを切り換えるだけでは、こうした機関振動の変動に対応した適切な制動振動を得ることは困難である。

【0005】そこで従来は、内燃機関の運転条件に応じて制御マップを切り換えるのではなく、当該機関の負荷状態を反映するパラメータである吸入空気量に基づいて制動振動を制御することも考えられている。このように制動振動を制御することとすれば、アイドル運転時における運転条件毎の機関負荷の変化ばかりでなく、上記通常の運転時の機関負荷の激しい変動に対応しても適切な制動振動が得られるようになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように吸入空気量に基づいて制動振動を制御することで、機関負荷の変動に伴い機関振動が変化する場合でも、同機関振動の支持体（車載用内燃機関にあっては車体）への伝達を効果的に抑制することができるようになる。

【0007】しかしながら、運転中に、例えば空燃比や圧縮比、膨張比、筒内直接噴射時の燃料圧力などの燃焼特性が変化する内燃機関の場合には、上記のように吸入空気量に基づき制動振動を制御したとしても、適切な振動低減効果が得られないことがある。

【0008】例えば、理論空燃比での燃焼と希薄空燃比での燃焼とを切り換える内燃機関では、吸入空気量が同一であっても、理論空燃比での燃焼時と希薄空燃比での燃焼時とは出力トルクが異なるため、トルク発生に伴う機関振動の発生状態も自ずと変化する。このため、吸

入空気量に基づいて制御を行ったとしても、必ずしも機関振動に対応した適切な制動振動が得られるとは限らなくなる。

【0009】このように、燃焼特性が異なると吸入空気量と機関振動の発生状態との対応関係も変化してしまうため、運転中に燃焼特性の変化する内燃機関では、吸入空気量に基づいただけでは、機関振動に応じた適切な制動振動を得ることは困難なものとなっている。

【0010】本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、運転中に燃焼特性が変化する内燃機関についても、その機関振動の支持体への伝達を効果的に低減することのできる内燃機関の懸架装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。請求項1に記載の発明は、運転中に燃焼特性の変化する内燃機関を支持体に懸架支持する内燃機関の懸架装置であって、前記内燃機関の振動に対する制動振動を発生して同機関振動の前記支持体への伝達を低減する振動低減機構と、当該機関の出力トルクに基づき前記振動低減機構の前記制動振動発生状態を制御する制御手段とを備えることをその要旨とするものである。

【0012】上記構成によれば、機関振動の直接的な発生要因となる当該機関の出力トルクを振動低減機構の駆動制御に用いることで、機関振動の発生状態を適切に推定して制動振動を制御することができるようになる。このため、運転中、燃焼特性が変更されて機関振動の発生状態が変化した場合にも、機関振動に対応して適切に制動振動を調整することができるようになる。したがって、運転中に燃焼特性の変化する内燃機関であれ、その機関振動の支持体への伝達をより効率的に低減することができるようになる。

【0013】また、請求項2に記載の発明は、運転中に燃焼特性の変化する内燃機関を支持体に懸架支持する内燃機関の懸架装置であって、前記内燃機関の振動に対する制動振動を発生して同機関振動の前記支持体への伝達を低減する振動低減機構と、当該機関の出力トルクを反映する運転状態量に基づき前記振動低減機構の前記制動振動発生状態を制御する制御手段と、を備えることをその要旨とするものである。

【0014】上記構成によれば、出力トルクを反映する機関運転状態量を用いて制動振動を制御することで、燃焼特性の変化に拘わらず機関振動の発生状態を適切に推定して制動振動を制御することができるようになる。このため、運転中に燃焼特性の変化する内燃機関であれ、その機関振動の支持体への伝達をより効率的に低減することができるようになる。

【0015】また、請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の内燃機関の懸架装置において、前記制御手段が

参照する前記運転状態量は、当該機関の燃料噴射量であることをその要旨とするものである。

【0016】上記構成によれば、燃焼特性の変化に拘わらず、ほぼ直接的に内燃機関の出力トルクを反映する燃料噴射量を用いて制動振動が調整されるようになる。したがって、当該機関の燃焼特性が変化した場合にも、機関振動に対応した適切な制動振動が得られるようになり、機関振動の支持体への伝達をより効率的に低減することができるようになる。

【0017】また、請求項4に記載の発明は、請求項2に記載の内燃機関の懸架装置において、前記制御手段が参照する前記運転状態量は、当該機関の燃料噴射量及び機関回転数であることをその要旨とするものである。

【0018】上記構成によれば、燃料噴射量及び機関回転数を用いて制動振動が制御されるようになる。これら燃料噴射量と機関回転数とを併せ用いることで、内燃機関の出力トルク及びその発生時期を更に正確に推定することができる。このため、より適切な制動振動が得られるようになり、機関振動の支持体への伝達を更に効率的に低減することができるようになる。

【0019】また、請求項5に記載の発明は、請求項3または4に記載の内燃機関の懸架装置において、前記駆動制御手段が参照する当該機関の運転状態量は、当該機関の点火時期を更に含むことをその要旨とするものである。

【0020】上記構成によれば、当該機関の出力トルクの発生時期に直接影響を及ぼす点火時期によっても、制動振動が調整されるようになる。このため、制動振動を機関振動に応じた更に適切な制動振動が得られるようになり、機関振動の支持体への伝達を更に効率的に低減することができるようになる。

【0021】特に、ロック制御が行われている場合など、機関回転数や燃料噴射量とは無関係に点火時期が変更される場合には、点火時期を用いることで制動振動の発生時期を適正化でき、適切な制動振動が得られるようになる。

【0022】また、請求項6に記載の発明は、請求項3～5のいずれか1項に記載の内燃機関の懸架装置において、前記駆動制御手段が参照する当該機関の運転状態量は、当該機関の吸入空気量を更に含むことをその要旨とするものである。

【0023】燃料噴射量が一定でも吸入空気量が異なる、すなわち空燃比が異なると、混合気の燃焼速度が変化するため、当該機関の出力トルクの発生時期も変化するようになる。上記構成によれば、吸入空気量によっても制動振動の発生状態が調整されるため、こうした燃焼速度の変化に起因する機関振動の発生時期の変化を吸収し、より効率的な機関振動の支持体への伝達を低減できるようになる。

【0024】また、請求項7に記載の発明は、請求項1

～6のいずれか1項に記載の内燃機関の懸架装置において、前記制御手段は、前記振動低減機構から発生される制動振動の位相を制御するものであることをその要旨とするものである。

【0025】上記構成によれば、出力トルクに応じて制動振動の位相が調整されるようになる。このため、機関の燃焼特性の変化に伴う機関振動の位相の変化に対応して、より適切な位相にて制動振動を発生することができ、機関振動の支持体への伝達を更に効果的に低減することができるようになる。

【0026】また、請求項8に記載の発明は、請求項1～7のいずれか1項に記載の内燃機関の懸架装置において、前記駆動制御手段は、前記振動低減機構から発生される制動振動の大きさを制御するものであることをその要旨とするものである。

【0027】上記構成によれば、機関の出力トルクに応じて制動振動の大きさが調整されるようになる。このため、機関の燃焼特性の変化に伴う機関振動の大きさの変化に対応して、より適切な大きさの制動振動を発生することができ、機関振動の支持体への伝達を更に効果的に低減することができるようになる。

【0028】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）以下、本発明にかかる内燃機関の懸架装置を具体化した第1の実施の形態について詳細に説明する。

【0029】まず、本実施の形態の懸架装置の適用対象となる内燃機関の構成について図1に基づき説明する。図1は、本実施の形態の懸架装置によって車体に懸架支持される車載用内燃機関の模式構造を示すものである。

【0030】なお、本実施の形態の適用対象となる内燃機関Eは、直列4気筒の自動車用ガソリン機関であり、第1気筒#1～第4気筒#4までの4つの気筒を備えている。また、この内燃機関Eは、同機関Eの運転状態に応じて、理論空燃比での燃焼と希薄空燃比での燃焼とを切り換えながら運転されている。一方、本実施の形態の適用対象となる内燃機関Eが搭載された自動車には、電子制御式のオートマティク・トランスミッションが採用されている。

【0031】同図1に示すように、内燃機関Eの吸気通路10には、スロットルバルブ11が設けられている。このスロットルバルブ11は、電子制御装置24によって駆動制御されるスロットル駆動装置12によって開閉駆動され、同機関Eのアイドル運転時も含めて、吸気通路10を通る吸入空気量を調整する。そして、このスロットルバルブ11は基本的に内燃機関Eの理論空燃比での燃焼時には、アクセルペダル17の踏み込み量に対応して開閉駆動される。一方、希薄空燃比での燃焼が行われる運転時には、理論空燃比での燃焼時のアクセルペダル17の踏み込み量に対応した開度よりもその開度が大きくするように設定される。

【0032】また、吸気通路10のスロットルバルブ11の下流側には、燃料を噴射するインジェクタ15が設けられている。電子制御装置24は、上記吸入空気量や機関回転数などに基づいて燃料噴射量（燃料噴射時間）を演算し、この演算された燃料噴射量に応じてインジェクタ15を駆動制御している。

【0033】インジェクタ15から噴射された燃料の点火は、イグナイタ16によって行われる。このイグナイタ16は、内燃機関Eの運転状態に応じて電子制御装置24が演算した点火時期に基づきセットされたタイミングに点火コイルに電流を流し、点火プラグを通じて燃料を点火させる。

【0034】電子制御装置24は、内燃機関Eや車体Bの各所に設けられた各種センサの検出結果によって同機関Eの運転状態や運転条件を検知している。以下、これらの各種センサについて説明する。

【0035】まず、上記吸気通路10のスロットルバルブ11の上流側には、エアフロメータS01が設けられている。このエアフロメータS01は、同吸気通路10を通して内燃機関Eに導入される吸入空気量を検出し、その検出された吸入空気量に応じた出力信号を電子制御装置24へと出力する。

【0036】また、機関出力軸であるクランクシャフト18の周辺には、同クランクシャフト18の回転位相を検出するためのクランク角センサS02が設けられている。このクランク角センサS02は、電磁ピックアップからなり、クランクシャフト18の一端部に設けられたロータ19の外周に形成された信号歯を検出してパルス状の信号（NE信号）を出力する。ロータ19の信号歯は、一部が欠歯しており、この欠歯に対応した検出信号からクランクシャフト18の基準回転位相を検出し、各気筒#1～#4の正確な上死点を把握することができる。上記電子制御装置24では、このクランク角センサS02から出力されるパルス状の信号をカウントすることによってクランクシャフト18の回転位相並びに機関回転数を把握している。

【0037】また、上記スロットル駆動装置12には、スロットル開度センサS03が設けられている。電子制御装置24は、このスロットル開度センサS03の出力信号からスロットルバルブ11の開度を検出するようにしている。

【0038】更に、電子制御装置24には、車速センサS04及びアクセル開度センサS06の出力信号も入力されている。電子制御装置24は、車速センサS04の出力信号からそのときの車速を、アクセル開度センサS06の出力信号からアクセルペダル17の踏み込み量を検知している。この検出されるアクセルペダル17の踏み込み量がスロットルバルブ11の操作量に反映されることは上述の通りである。

【0039】また、電子制御装置24には、上記オート

マッテック・トランスミッションに設けられたシフト位置センサS05の出力信号が入力されている。電子制御装置24は、このシフト位置センサS05の出力信号から、シフト位置が「N」レンジ（ニュートラル・レンジ）及び「P」レンジ（パーキング・レンジ）の位置にあるか、それ以外のレンジの位置にあるかを検知している。以下の説明では、シフト位置が「N」及び「P」レンジに位置しているときを「N」レンジ時、それ以外のレンジに位置しているときを「D」レンジ（ドライブ・レンジ）時という。

【0040】オートマチック・トランスミッションを備える自動車では、上記「D」レンジ時には、車体の停止時においても内燃機関Eから車軸へと若干のトルクが伝達される。このため、「D」レンジ時には「N」レンジ時に比してアイドル運転時の内燃機関Eの負荷が若干大きくなる。したがって、電子制御装置24は、アイドル回転数として、「D」レンジ時には「N」レンジ時に比べ、高めの回転数を設定するようにしている。

【0041】他にも、電子制御装置24には、その他の各種センサS00からの出力信号が入力されている。これらその他のセンサS00によって電子制御装置24は、例えば機関冷却水の温度状態やエアコンディショナのオン/オフ、ノッキングの発生の有無などの内燃機関Eの運転状態や運転条件を検知している。

【0042】以上説明したように構成される内燃機関Eは、同図1に示すように、複数の（同図1では2つの）アクティブ・コントロール・マウント（ACM）30を介してその支持体である車体Bに懸架支持されている。

【0043】次に、このACM30について、その具体構造を図2に基づき説明する。図2は、ACM30の内部構造を示す断面図である。同図2に示すように、ACM30は、車体Bに固定され、筒状に形成された本体ケース32を備えている。この本体ケース32の内側上部には、ゴムなどの弾性体からなる弾性部材39が嵌め込まれている。そして、本体ケース32の上部には、この弾性部材39を介して同本体ケース32に連結された連結具31が遊動可能に配設されている。この連結具31は、内燃機関Eに固定されている。

【0044】一方、この本体ケース32の内側底部には、ゴムなど弾性体からなる緩衝部材33が充填されている。そして、本体ケース32の内部において、上記弾性部材39と緩衝部材33との間の空間には、オイル等の流体が充填される液室40、41が形成されている。液室40、41は、本体ケース32の内側に嵌め込まれたゴムなどの弾性体からなる隔離部材34によって、上下2つに区画されている。これら2つの液室40及び41は、図示しない小径の通路によって連通されており、両液室40、41間を流体が往来可能となっている。

【0045】これら2つの液室40、41を区画する隔離部材34の上面には、シート状のダイヤフラム35が

設けられている。このダイヤフラム35は、固定具36によってその縁部を隔離部材34に固定されており、ダイヤフラム35と隔離部材34の上面との間には空気室37が形成されている。また、この空気室37には、給排通路23が接続されており、この給排通路23を通じて空気室37内へ空気が給排されることによって同空気室37の容積が拡大、縮小するようになる。

【0046】この空気室37に接続された給排通路23は、先の図1に示すように、負圧切換弁（VSV）20に接続されている。このVSV20は、更に負圧通路21及び大気圧通路22によって、吸気通路10のスロットルバルブ11の下流側及び上流側にそれぞれ接続されている。

【0047】また、VSV20は、電磁ソレノイドを備えており、同電磁ソレノイドに対する印加電圧の有無に応じてオン/オフ作動する。そして、このオン/オフ作動に応じて、上記給排通路23に対し負圧通路21及び大気圧通路22のいずれか一方を選択的に連通させる。なお、大気圧通路22が接続された吸気通路10のスロットルバルブ11の上流側を流れる吸入空気は、大気圧となっている。また、負圧通路21が接続された吸気通路10のスロットルバルブ11の下流側を流れる吸入空気は、同スロットルバルブ11が絞られることによって負圧となっている。

【0048】次に、図1及び図2を参照して、このACM30の動作を説明する。上記VSV20では、電磁ソレノイドに対して電圧が引火されたとき、すなわちVSV20がオン作動したときに、給排通路23と負圧通路21とが連通されるようになる。このとき、ACM30の空気室37からは、スロットルバルブ11の下流側の負圧によって空気が排出され、その容積が縮小するようになる。一方、VSV20の電磁ソレノイドに対する電圧の印加が停止されたとき、すなわちVSV20がオフ作動したときには、給排通路23と大気圧通路22とが連通される。このとき、ACM30の空気室37には、スロットルバルブ11の上流側の大気圧によって空気が供給され、その容積が拡大するようになる。なお、このVSV20のオン/オフ作動、すなわち上記電磁ソレノイドに対する印加電圧の有無は、上記電子制御装置24によって制御されている。

【0049】ちなみに、内燃機関Eの機関振動は、上記連結具31を通じてACM30に入力される。こうして入力された振動によって連結具31に連結された弾性部材39が変形すると、隔離部材34の上側に形成された液室40の容積が変化し、各液室40、41内に充填された流体が上記小径の通路を通じて往来するようになる。こうした機関振動の入力に対する緩衝部材33や隔離部材34、弾性部材39などの変形や各液室40、41内に充填された流体の流動を通じて、内燃機関Eから車体Bへの機関振動の伝達が抑制されるようになる。

【0050】なお、ACM30の緩衝材としての特性、すなわちそのばね特性や減衰特性などは、上記空気室37に対する空気の給排に基づきその容積を変更することで可変とされるようになる。ちなみに、本実施の形態のACM30では、VSV20をオン作動した状態に保持することで、空気室37内の空気量は「0」となり、ACM30は緩衝材として最もハードに（固く）なる。また、同VSV20をオフ作動した状態に保持することで、空気室37内の空気量は最大となり、ACM30は緩衝材として最もソフトに（柔らかく）なる。このようにACM30の緩衝材としての特性を、内燃機関Eの運転状態に応じて適宜に可変とすることで、機関振動の発生状態の変化に応じて、車体Bへの振動伝達を適切に抑制することができるようになる。

【0051】また、本実施の形態のACM30では、上記のようにその緩衝材としての特性を可変とするばかりでなく、ACM30自体が機関振動に応じて制動振動を発生するという積極的な手法によっても、機関振動の車体Bへの伝達を抑制することができるようになっていく。すなわちこのACM30では、VSV20の電磁ソレノイドに対する電圧印加を同期的に繰り返すこと、空気室37の容積の拡大／縮小を繰り返すことで、上記制動振動を発生する。そして、この発生する制動振動を機関振動に応じて適切に制御することで、機関振動の車体Bへの伝達を更に効率的に抑制することとしている。

【0052】次に、電子制御装置24による上記VSV20の具体的な駆動制御手順について、図3～図8に基づき詳細に説明する。まず、主にVSV20を駆動制御するための制御装置の構成について、図3に示した機能ブロック図に基づき説明する。

【0053】なお、この図3において、電子制御装置24を構成する回転数演算部P01及び燃料噴射量演算部P02、点火時期演算部P03、VSV駆動時期演算部P04は、実際にはマイクロコンピュータを中心とする算術論理演算回路の一部として構成されている。また、同じく電子制御装置24を構成するVSV駆動回路P05は、実際にはこのマイクロコンピュータの所定の出力ポートにセットされる時間情報に基づいて上記VSV20を駆動制御する回路である。

【0054】さて先述したように、本実施の形態の懸架装置の適用対象となる内燃機関Eや同機関Eが搭載された自動車には、同機関Eの運転状態や運転条件を検出するための各種センサが設けられている。そして同図3に示すように、エアフロメータS01は吸気通路10を通る吸入空気量に対応する信号を、クランク角センサS02はクランクシャフト18に設けられたロータ19の信号歯の検出信号に対応するパルス信号（NE信号）を、車速センサS04は内燃機関Eが搭載された自動車の車速に対応する信号を、シフト位置センサS05はトランスミッションのシフト位置（「N」レンジ又は「D」レ

ンジ）に対応する信号をそれぞれ出力している。

【0055】上記各制御部P01～P04は、これらの各種センサの出力信号に基づきVSV20の駆動制御に係る処理を実行する。以下、これら各制御部P01～P04が実行する処理についてそれぞれ説明する。

【0056】まず、回転数演算部P01は、クランク角センサS02の出力するNE信号に基づき機関回転数を演算している。また、燃料噴射量演算部P02は、上記回転数演算部P01によって演算された機関回転数やエアフロメータS01によって検出された吸入空気量などに基づき燃料噴射量を演算する。図3においては図示を割愛したが、電子制御装置24は、ここで演算された燃料噴射量に対応する時間だけ、その対応する駆動回路を通じてインジェクタ15（図1）を開弁駆動する。

【0057】一方、点火時期演算部P03は、機関回転数や吸入空気量などに基づき点火時期を演算する。これも図3においては図示を割愛したが、電子制御装置24は、ここで演算された点火時期を基にイグナイタ16（図1）に点火信号を出力し、この演算された時期に点火プラグを通じて点火を行わせる。

【0058】また、VSV駆動時期演算部P04は、上記VSV20のオン／オフ作動を切り換える時期を設定するためのVSVオン時間（基準時期から電磁ソレノイドに対する電圧印加を開始するまでの時間）T0及びVSVオフ時間（同じく基準時期から電磁ソレノイドに対する電圧印加を停止するまでの時間）T1を算出する。この時間T0及びT1は、上記回転数演算部P01及び燃料噴射量演算部P02によってそれぞれ演算された機関回転数及び燃料噴射量、更には上記車速センサS04によって検出された車速やシフト位置センサS05によって検出されたシフト位置（「N」レンジ又は「D」レンジ）などの機関運転条件に基づいて演算される。このVSV駆動時期演算部P04によって行われる算出処理の詳細については後述する。

【0059】そしてVSV駆動回路P05は、このVSV駆動時期演算部P04によって算出された上記時間T0及びT1に基づき、VSV20の電磁ソレノイドへの電圧印加態様を切り換えて、VSV20を駆動する。

【0060】続いて、これらVSV駆動時期演算部P04及びVSV駆動回路P05によるVSV20の具体的な駆動態様について、図4に基づき説明する。図4のタイムチャートは、VSV20の電磁ソレノイドへの印加電圧の推移を示している。

【0061】同図4に示すように、上記VSVオン時間T0及びVSVオフ時間T1を算出したVSV駆動時期演算部P04は、対象となる気筒（図4では第1気筒#1）の上死点となる位相にクランクシャフト18が位置するタイミングを基準に、同VSVオン時間T0及びVSVオフ時間T1をセットする。これによりVSV駆動回路P05では、これらVSVオン時間T1及びVSV

オフ時間T1がセットされたタイミング、すなわち当該気筒の上死点となる位相にクランクシャフト18が位置する時点からVSVオン時間T0が経過したとき、電磁ソレノイドへの電圧印加電圧を開始する。なお、本実施の形態の懸架装置の適用対象となる内燃機関Eは、直列4気筒式であって、クランクシャフト18の回転位相が180°CA(クランク角)進む毎に気筒#1、#4、#2、#3の順に上死点となる。

【0062】その後、VSV駆動回路P05は、各気筒#1~#4の上死点後、VSVオフ時間T1が経過するまでの間、上記電磁ソレノイドに電圧を印加した状態を維持する。したがって、この期間、すなわち上死点後、VSVオン時間T0が経過してからVSVオフ時間T1が経過するまでの期間、上記ACM30の空気室37からは空気が排出され、同空気室37の容積が縮小されるようになる。

【0063】そして、VSV駆動回路P05は、上死点後、上記VSVオフ時間T1が経過した時点で、VSV20の電磁ソレノイドへの電圧印加を停止する。そしてその後、次の気筒(図4では第4気筒#4)の上死点後、VSVオン時間T0が経過するまでの間、VSV駆動回路P05は、この電圧印加を停止した状態を維持するようになる。この期間、上記ACM30の空気室37には空気が供給され、同空気室37の容積が拡大されるようになる。

【0064】こうして空気室37に対して空気の給排を繰り返すことで、ダイヤフラム35が上下動され、制動振動が発生されるようになる。また、上記VSVオン時間T0及びVSVオフ時間T1を変更することで、この制動振動の発生時期及び、その大きさ(ダイヤフラム35の最大移動位置までの移動量、移動度合い)などが調整される。そして、機関振動の発生態様、すなわち機関振動の発生時期やその大きさに応じてこの制動振動を適切に調整することで、同機関振動の車体Bへの伝達が低減されるようになる。

【0065】次に、VSVオン時間T0及びVSVオフ時間T1を算出するVSV駆動時期演算部P04の処理手順について、図5~図8に基づき説明する。図5は、VSV駆動時期演算部P04によって(実際には電子制御装置24の行う内燃機関制御の一環として)実行される一連の処理の手順を示すフローチャートである。

【0066】同図5に示すように、VSV駆動時期演算部P04は、そのときの上記各センサの出力信号から、車速や機関回転数、シフト位置などに関する情報を取得する(ステップS10)。

【0067】そしてVSV駆動時期演算部P04は、これらの情報に基づいて、現在の内燃機関Eの運転条件を判定する(ステップS11~S13)。ここでは、車速及び機関回転数から、内燃機関Eが高速運転、中低速運転、アイドル運転のいずれの運転条件にあるかを判定し

ている。本実施の形態では、車速が50km/h以上である場合に、高速運転と判定している(ステップS11)。また、車速が50km/h未満、3km/h以上であるか、あるいは車速が3km/h未満であっても機関回転数が1000rpm以上である場合に、中低速運転と判定している(ステップS12、S13)。厳密に言えば、ここでの中低速運転には、自動車が中低速で走行している場合と、微速走行中あるいは自動車停止中にあっても機関回転数が十分に低下しておらず、アイドル運転とは見なせない場合とが含まれている。

【0068】更に、車速が3km/h未満であって、且つ機関回転数が1000rpm未満である場合に、アイドル運転と判定している(ステップS13)。こうして内燃機関Eの運転条件を判定した後、VSV駆動時期演算部P04は、各運転条件に応じてVSV20の駆動制御パラメータである制御デューティ比指令値と制御位相指令値とを算出する。

【0069】ここで、この制御デューティ比指令値は、VSV20をオン作動する期間の比率を表すパラメータであり、本実施の形態ではある気筒の上死点から次の気筒の上死点までの期間、すなわちクランクシャフト18が180°CA回転する期間に対するオン作動期間の割合を示している。

【0070】これに対して、制御位相指令値は、VSV20の電磁ソレノイドへの電圧印加を開始する時期、すなわち同VSV20のオン作動時期に対応するパラメータで、ここでは対象となる気筒の上死点から上記電圧印加を開始するまでのクランクシャフト18の回転角(クランク角)で示している。

【0071】上記の運転条件判定において、高速運転と判定された場合には、VSV駆動時期演算部P04は、上記制御デューティ比指令値を0%(ステップS14)、制御位相指令値を0°CAに(ステップS15)それぞれ設定する。また、中低速運転と判定された場合には、制御デューティ比指令値を100%(ステップS16)、制御位相指令値を0°CAに(ステップS17)それぞれ設定する。

【0072】一方、アイドル運転と判定された場合には、下記の処理手順にて、内燃機関Eの運転状態に応じて、制御デューティ比指令値と制御位相指令値とをそれぞれ設定する(ステップS20)。

【0073】以下、このアイドル運転の場合の制御指令値算出の処理手順について、図6のフローチャートに基づき説明する。アイドル運転と判定された場合、VSV駆動時期演算部P04は、まず上記シフト位置センサS05の出力信号に基づき、現在のシフト位置が「N」レンジにあるか「D」レンジにあるかを判定する(ステップS201)。

【0074】そしてシフト位置が「N」レンジにある場合、VSV駆動時期演算部P04は、図7(a)に示す

制御マップM01に基づき制御デューティ比指令値を（ステップS202）、また図8（a）に示す制御マップM03に基づき制御位相指令値を（ステップS203）をそれぞれ設定する。一方、シフト位置が「D」レンジにある場合には、図7（b）に示す制御マップM02に基づき制御デューティ比指令値を（ステップS204）、また図8（b）に示す制御マップM04に基づき制御位相指令値を（ステップS205）をそれぞれ設定する。なお、これらの制御マップM01～M04には、先述の回転数演算部P01及び燃料噴射量演算部P02にて演算された機関回転数及び燃料噴射量に応じた制御位相指令値あるいは制御デューティ比指令値が予め記憶されている。

【0075】ちなみに、先述したように、シフト位置が「N」レンジ（実際には「P」レンジあるいは「N」レンジ）にある時と、「D」レンジ（「P」レンジまたは「N」レンジ以外のシフト位置）にある時とでは、内燃機関Eにかかる負荷が異なるため、機関振動の発生態様も異なっている。ここでは、この機関振動の発生態様の違いに応じて適切な制御指令値を設定できるように、それらシフト位置毎に制御マップを使い分けるようにしている。なお、本実施の形態では、図7及び図8に示した制御マップM01～M04から明らかなように、「N」レンジ時に対して「D」レンジ時の方が、同一の機関回転数並びに燃料噴射量であっても、制御デューティ比指令値及び制御位相指令値が大きくなるよう設定されている。

【0076】こうしてそのときの内燃機関Eの運転条件に応じた各制御指令値を設定した後、VSV駆動時期演算部P04は、この設定された各制御指令値に基づいてVSVオン時間T0及びVSVオフ時間T1を演算する（図5のフローチャートのステップS18）。

【0077】VSVオン時間T0は、次の式に基づいて演算される。すなわち、

$$T0 = (180^\circ \text{ CA 回転する時間})$$

$$* (\text{制御位相指令値} [^\circ \text{ CA}]) / (180 [^\circ \text{ CA}])$$

である。なお、上式において「180° CA回転する時間」とは、クランクシャフト18が、ある気筒の上死点から次の気筒の上死点まで回転するために要する時間である。本実施の形態の適用対象となる内燃機関Eは直列4気筒であるため、この時間は、クランクシャフト18が180° CA回転する時間に相当している。

【0078】一方、VSVオフ時間T1は、次の式に基づいて演算される。すなわち、

$$T1 = T0 + (180^\circ \text{ CA 回転する時間})$$

$$* (\text{制御デューティ比指令値} [\%]) / (100 [\%])$$

である。

【0079】このようにしてVSV駆動時期演算部P0

4は、VSVオン時間T0及びVSVオフ時間T1を算出している。そして、VSV駆動時期演算部P04がこの算出したVSVオン時間T0及びVSVオフ時間T1に同期してセットすることにより、VSV駆動回路P05がこれらセットされた時間T0及びT1に基づいてVSV20の電磁ソレノイドへに対する電圧印加の有無を切り換え、ひいては同VSV20のオン/オフ作動態様を切り換えるようになることは、先述したとおりである。

【0080】ちなみに、内燃機関Eの運転条件が高速運転であると判定され、制御位相指令値が0° CAに、制御デューティ比指令値が0%に設定された場合、VSVオン時間T0は「0」に、VSVオフ時間T1も「0」になる。このとき、VSV20の電磁ソレノイドに対する印加電圧は、対象となる気筒の上死点から次の気筒の上死点までの間、オフされたままとなり、ACM30の空気室37には、同室37内の圧力が大気圧となるまで空気が供給され続けるようになる。したがって、高速運転時にはACM30の空気室37内の空気量は最大となり、ACM30は緩衝材として最もソフトに（柔らかく）なる。

【0081】また、内燃機関Eの運転条件が中低速運転であると判定され、制御位相指令値が0° CAに、制御デューティ比指令値が100%に設定された場合、VSVオン時間T0は「0」に、VSVオフ時間T1は上記「180° CA回転する時間」になる。このとき、VSV20の電磁ソレノイドに対する印加電圧は、対象となる気筒の上死点から次の気筒の上死点までの間、オンされたままとなる。したがって、中低速運転時にはACM30の空気室37からは空気が排出され続け、やがて空気室37内の空気量は0となり、ACM30は緩衝材として最もハード（固く）なる。

【0082】このように内燃機関Eの運転条件が高速運転あるいは中低速運転であると判定された場合には、ACM30は制動振動の発生は行っておらず、単にACM30自身の緩衝材としての特性をそれぞれの運転条件に応じて切り換えることで、機関振動の車体Bへの伝達を抑制するようにしている。

【0083】これに対して、内燃機関Eの運転条件がアイドル運転であると判定された場合には、VSV20を繰り返しオン/オフ作動を所定の態様で繰り返して制動振動を発生させることで、機関振動の車体Bへの伝達が抑制されるようにしている。

【0084】ちなみに、自動車が停止中あるいは微速走行中のアイドル運転時には、路面からの走行振動が全く、あるいはほとんど伝達されないため、自動車の乗員は内燃機関Eから伝達される振動を極めて体感し易い状態にある。このため、アイドル運転時には、ACM30が制動振動を発生することで、自動車走行中よりも更に効果的に機関振動の車体Bへの伝達を低減して、乗員の乗り心地の向上を図るようにしている。

【0085】なお、このときの制動振動の発生時期やその大きさなどは、上記VSVオン時間T0及びVSVオフ時間T1によって決定されるようになる。そして本実施の形態では、先述のように、これら各時間T0及びT1を、主に燃料噴射量と機関回転数とに基づいて設定するようにしている。

【0086】ところで、本実施の形態の適用対象となる内燃機関Eのように、運転中に希薄空燃比での燃焼と理論空燃比での燃焼とが切り換わる内燃機関では、希薄空燃比での燃焼時と理論空燃比での燃焼時とは、吸入空気量が同一であっても、同機関Eの出力トルクは異なっている。

【0087】ただし、このように燃焼特性が異なる場合にも燃料噴射量は、出力トルクをほぼ直接的に反映している。また、この燃料噴射量に加え、機関回転数を用いれば、燃焼特性の違いに依らず、内燃機関Eの出力トルクの大きさやその発生時期などを十分に推定することができるようになる。

【0088】本実施の形態では、これら燃料噴射量と機関回転数とを併せて制御パラメータとして用いることで、機関振動の直接的な発生要因となる内燃機関Eの出力トルクに応じて制動振動を制御するようにしている。したがって、燃焼特性が変化した場合にも、機関振動の発生態様に応じた適切な制動振動を発生し、車体Bへの機関振動の伝達を効果的に抑制することができるようになる。

【0089】以上説明したように、本実施の形態の内燃機関の懸架装置によれば、以下に記載する効果を得ることができるようになる。

(1) 機関振動に直接的に関係する内燃機関Eの出力トルク及びその発生時期を反映する燃料噴射量と機関回転数とを制御パラメータとして制動振動を制御することで、機関振動の発生態様に応じた適切な制動振動を発生させることができ、車体Bへの機関振動の伝達を効果的に抑制することができるようになる。

【0090】(2) また、内燃機関Eの出力トルク及びその発生時期を反映する燃料噴射量と機関回転数とを制御パラメータとすることで、燃焼特性の違いによって生じる機関振動の発生態様の变化に依存しない適切な制動振動を発生させることができる。したがって、燃焼特性が変化する内燃機関においても、機関振動の伝達を適切に抑制することができるようになる。

【0091】(3) また、これら燃料噴射量と機関回転数とからVSV20のオン作動時期、すなわち制動振動の発生時期を制御することで、内燃機関Eの運転状態や燃焼特性による機関振動の発生時期の変化に応じて、常に適切な時期に制動振動を発生させることができるようになる。

【0092】(4) また、同様に燃料噴射量と機関回転数とからVSV20をオン作動しておく期間、すなわち

制動振動の大きさを制御することで、内燃機関Eの運転状態や燃焼特性による機関振動の大きさの変化に応じた適切な大きさの制動振動を得ることができるようになる。

【0093】(5) 更に、機関振動の発生態様を直接的に反映する燃料噴射量と機関回転数とを制御パラメータとすることで、当該機関の燃焼特性の変化に応じて制御態様を変更(燃焼特性毎の制御マップの切り換えや補正など)を行わずとも、適切な制動振動が得られるようになる。したがって、吸入空気量などの他の運転状態量を制御パラメータとして用いた場合に比して簡易な制御構造でも、充分な振動伝達の抑制効果を得られるようになる。

【0094】なお、本実施の形態では、希薄空燃比での燃焼と理論空燃比での燃焼とを切り換える内燃機関に当該懸架装置を適用した場合について説明した。そして、燃料噴射量と機関回転数を用いて制動振動を制御することで、希薄空燃比での燃焼時と理論空燃比での燃焼時との燃焼特性の変化に伴う内燃機関の出力トルクの変化、すなわち機関振動の発生態様の变化に依存せず、機関振動の伝達を効果的に低減できることについて述べた。

【0095】しかし、このように希薄空燃比での燃焼と理論空燃比での燃焼とを切り換える場合以外にも、例えばアイドル回転数の変動を抑える、あるいは機関始動直後や冷間運転時などに燃焼状態を安定化するため、一時的に燃料噴射量を増量する場合などにも、空燃比が変化して上記のような機関振動の発生態様を変化させる燃焼特性の変化が生じる。また、空燃比の変化に限らず、圧縮比、膨張比、筒内噴射時の燃料圧力などを変化させた場合にも、燃焼特性が変化して機関振動の発生態様が変化する。

【0096】こうした場合にも、上記実施の形態のように、燃焼特性の変化に依らず機関の出力トルクを直接的に反映する燃料噴射量及び機関回転数を用いて制動振動を制御することで、機関振動の伝達を効果的に抑制することができるようになる。

【0097】(第2の実施の形態)次に、本発明の内燃機関の懸架装置を具体化した第2の実施の形態について、図9～図11に基づき、詳細に説明する。

【0098】なお、本実施の形態は、VSV20の電磁ソレノイドへの電圧印加態様を算出設定する前記VSV駆動時期演算部P04のみが、第1の実施の形態と相違している。したがって、共通する部材又は構成要素についての重複する説明は省略する。

【0099】本実施の形態の懸架装置を制御する装置においても、第1の実施の形態と同様に、VSV20の電磁ソレノイドに対する電圧印加の有無に基づき、ACM30を作動制御するようにしている。そして、VSV駆動時期演算部P04は基本的に、先の図5に示したフローチャートと同様の処理によって、上記VSVオン時間

T0及びVSVオフ時間T1を設定するようにしている。

【0100】ただし、本実施の形態では、内燃機関Eの運転条件がアイドル運転であると判定されたときの前記制御デューティ比指令値及び制御位相指令値の算出(図5のフローチャートのステップS20)に際して、燃料噴射量及び機関回転数の制御マップM01~M04に基づき算出した各制御指令値を、吸入空気量及び点火時期に基づいて補正するようにしている。

【0101】以下、本実施の形態におけるVSV20の制御指令値の算出処理手順について、図9~図11に基づき説明する。VSV駆動時期演算部P04は、VSV20のオン/オフ作動時期の算出に際して、図5のフローチャートのステップS10~S13の処理と同様に内燃機関Eの運転条件が高速運転、中低速運転、アイドル運転のいずれであるかを判定する。そして、運転条件がアイドル運転と判定された場合、VSV駆動時期演算部P04は、図9のフローチャートに示す一連の処理に基づいて制御デューティ比指令値と制御位相指令値とを算出する。以下、この処理について説明する。

【0102】これら各制御指令値の算出に際して、上記シフト位置センサS05の出力信号に基づいて現在のシフト位置を判定し(ステップS251)、シフト位置毎に各別に設けられた制御マップM01~M04(図7、図8)に基づいて制御デューティ比指令値と制御位相指令値とを算出する(ステップS252~S255)までの処理は、先の第1の実施の形態と同様である。

【0103】ここで本実施の形態では、こうして燃料噴射量及び機関回転数に基づいて算出された各制御指令値をそれぞれ吸入空気量及び点火時期に応じて補正するようにしている(ステップS256、S257)。吸入空気量については、図10(a)及び(b)に示す両制御指令値毎の制御マップM05及びM06に基づいて(ステップS256)、また点火時期については、図11(a)及び(b)に示す制御マップM07及びM08に基づいて(ステップS257)それぞれ補正量を算出するようにしている。そしてVSV駆動時期演算部P04は、こうして求められた補正量に基づいて補正を行い、最終的な制御デューティ比指令値及び制御位相指令値を算出している。

【0104】なお、図10(a)に示す制御マップM05には、吸入空気量に対する制御デューティ比指令値の補正量が、図10(b)に示す制御マップM06には同じく吸入空気量に対する制御位相指令値の補正量がそれぞれ記憶されている。また、図11(a)に示す制御マップM07には、点火時期に対する制御デューティ比指令値の補正量が、図11(b)に示す制御マップM08には、点火時期に対する制御位相指令値の補正量がそれぞれ記憶されている。

【0105】その後、こうして求められた各制御指令値を用いて演算されたVSVオン時間T0及びVSVオフ

時間T1(図5のフローチャートのステップS18)に基づき、VSV20をオン/オフ切り換えして、ACM30に制動振動を発生させることは、先の第1の実施の形態と同様である。

【0106】このように、本実施の形態では、ACM30の発生する制動振動の制御指令値を、内燃機関Eの出力トルクを反映する制御パラメータである燃料噴射量及び機関回転数に基づいて算出し、更に吸入空気量と点火時期とで算出された制御指令値を補正するようにしている。なお、こうした補正は、以下の理由により行われている。

【0107】まず、吸入空気量によって補正を行う理由について説明する。燃料噴射量が同一であっても吸入空気量が異なるような場合、すなわち空燃比が異なる場合には、混合気の燃焼速度が変わり、内燃機関Eの出力トルクの発生時期もこれに伴って変化する。例えば、空燃比が薄いときには、混合気の燃焼速度は濃い空燃比のときよりも遅くなり、出力トルクの発生時期も遅くなる。こうして内燃機関Eの出力トルクの発生時期が変化すれば、これに連動して機関振動の発生時期も変化する。

【0108】また、上記燃焼速度の変化に起因して、空燃比が変化した場合には、内燃機関Eの出力トルクの大きさ、ひいては機関振動の大きさも、ある程度は変化してしまう。

【0109】こうした吸入空気量の変化に伴う機関振動の発生時期やその大きさの変化に対して、ACM30の発生する制動振動の制御指令値を吸入空気量によって調整することで、更に適切な制動振動を出力することができるようになり、機関振動の伝達を更に効果的に抑制できるようになる。

【0110】本実施の形態では、図10(b)に示した制御マップM06から明らかなように、吸入空気量の増大に応じて制御位相指令値を大きくする、すなわちVSVオン時間T0が遅くなるように補正が行われている。このため、本実施の形態では、制動振動の発生時期は、吸入空気量の増大に応じて遅れるように調整されるようになる。また、図10(a)の制御マップM05に示すように、吸入空気量の増大に応じて制御デューティ比指令値を減少し、VSV20をオン作動しておく期間を短縮するように、いわば制動振動の大きさを小さくするように調整が行われている。

【0111】次に、点火時期によって補正を行う理由について説明する。点火時期が異なれば、当然ながら混合気の爆発によって生じる内燃機関Eの出力トルクの発生時期が異なり、よって機関振動の発生時期も異なるようになる。すなわち、点火時期が遅くなれば、機関振動の発生時期も遅れるようになる。また、点火時期に応じて内燃機関Eの出力トルクの大きさも、やはり変化する。したがって、点火時期に応じて調整を行えば、機関振動の発生状態に応じて制動振動を適切に調整することがで

き、よって機関振動の伝達を更に効果的に低減できるようになる。

【0112】本実施の形態では、図11(b)に示した制御マップM08から明らかなように、点火時期の遅れに応じて制御位相指令値を大きくして、制動振動の発生時期を遅らせるように調整が行われている。また、図11(a)の制御マップM07に示すように、点火時期の遅れに応じて制御デューティ比指令値を小さくして、制動振動の大きさを小さくするように調整が行われている。

【0113】なお、一般に内燃機関では、ノッキングの発生に応じて点火時期を遅角させて燃焼状態を安定化させる、いわゆるノック制御が行われることがある。こうしたノック制御が行われると、点火時期以外の機関運転状態を示す制御パラメータ、例えば燃料噴射量や機関回転数などとは無関係に点火時期が変更されてしまうことがある。このような場合にも、本実施の形態のように点火時期によって制御指令値を調整するようにすれば、点火時期の変化に応じて制動振動を充分適切に調整でき、充分に機関振動の伝達を低減できるようになる。

【0114】以上説明したように、本実施の形態によれば、先の第1の実施の形態の前記(1)～(5)に記載した効果に加え、更に以下の効果を得ることができるようになる。

【0115】(6)吸入空気量(空燃比)に応じてVSV20の制御指令値を調整するようにしたことで、空燃比に伴い変化する機関振動の発生状態に応じて制動振動を適切に調整でき、機関振動の伝達を更に効果的に低減できるようになる。

【0116】(7)また、点火時期に応じてVSV20の制御指令値を調整するようにしたことによっても、同点火時期に伴い変化する機関振動の発生状態に応じて制動振動を適切に調整でき、機関振動の伝達を更に効果的に低減できるようになる。なお、こうした点火時期に応じた調整を、燃焼の安定化のため点火時期を変更するノック制御とともに行う場合には、特に効果的である。

【0117】なお、以上説明した各実施の形態の懸架装置は、以下のように変更することもできる。

・上記第2の実施の形態では、VSV20の各制御指令値を吸入空気量によって補正するようにしているが、空燃比によって補正するようにしてもよい。こうした場合にも、同様の効果を得ることができる。

【0118】・また、上記第2の実施の形態では、吸入空気量及び点火時期によって制御デューティ比指令値及び制御位相指令値のいずれも補正する構成としているが、それら両制御指令値のうちの一方だけを補正する構成としてもよい。

【0119】・また、上記第2の実施の形態では、VSV20の制御指令値を吸入空気量と点火時期とによって補正する構成としているが、吸入空気量及び点火時期の

一方の補正だけを行う構成としてもよい。こうした場合にも、前記(1)～(5)に記載の効果に加え、上記(6)または(7)のいずれか一方の効果を得ることができる。

【0120】・更に、上記各実施の形態では、内燃機関Eの運転条件がアイドル運転であると判定されたときに限り、ACM30から機関振動に応じた制動振動を発生させるようにしているが、他の運転条件の場合にもこうした制動振動による機関振動の伝達低減を行うようにしてもよい。

【0121】・また、上記各実施の形態では、シフト位置に応じてそれぞれ各別に設けられた制御マップM01～M04を用いて各制御指令値を算出するようにしているが、シフト位置毎の差異を予め盛り込んだ制御マップを作成し、いずれのシフト位置のときも同じ制御マップから制御指令値を算出するようにしてもよい。また、各制御指令値をシフト位置に依らずそれぞれ同一の制御マップから算出してから、シフト位置に応じて補正するようにしてもよい。なお、本発明の懸架装置をマニュアル・トランスミッションを備える自動車に適用した場合には、上記シフト位置毎の対応、すなわちシフト位置に応じた制御マップの切り換えなどはそもそも不要である。

【0122】・また、上記各実施の形態では、制御デューティ比指令値及び制御位相指令値を用いてVSV20を駆動制御する、すなわちACM30の発生する制動振動の出力時期とその大きさのいずれも制御する構成としているが、そのいずれか一方だけを制御する構成としてもよい。

【0123】・また、上記各実施の形態では、燃料噴射量と機関回転数とをパラメータとしてVSV20の制御指令値を求める、すなわち燃料噴射量と機関回転数とに基づき制動振動を制御する構成としているが、機関回転数は用いず燃料噴射量のみに基づき制動振動を制御する構成としてもよい。こうした場合にも、出力トルクの発生時期は正確に推定し難いものの、燃料噴射量から出力トルクを推定して、制動振動を制御することはできる。また、こうした場合にも、機関回転数以外の機関運転状態量、例えば点火時期や燃料噴射時期などから出力トルクの発生時期を推定して制動振動の制御を行うことはできる。

【0124】・また、上記各実施の形態では、燃料噴射量及び機関回転数をパラメータとしてVSV20の制御指令値を求める構成としているが、出力トルクを予め算出し、この算出された出力トルクをパラメータとして制御指令値を求める構成としてもよい。例えば、予め実験や理論などから燃料噴射量及び機関回転数、あるいはこれらに加え吸入空気量や点火時期などと、内燃機関Eの出力トルクの大きさ、あるいはその大きさと出力時期との相関関係を求めておく。そして、この相関関係に基づき推定した出力トルクの大きさ、またはその大きさと出

力時期に応じた制御マップを作成し、この制御マップから制御指令値を算出するようにする。このような構成とすることで、上記出力トルクをパラメータとして制御指令値を求める構成を具体化できる。なお、こうした構成とした場合には、制御構造をより簡易化することができる。

【0125】・また、上記各実施の形態では、燃料噴射量から内燃機関Eの出力トルクを推定して制動振動を制御する構成としているが、出力トルク、あるいは出力トルクとその発生時期を燃焼特性の変化に依らず反映する他の機関運転状態量を用いて制動振動を制御する構成としてもよい。

【0126】・更に、出力トルクの代用値を用いず、出力トルクそのものを直接測定して、制動振動の制御に用いるようにしてもよい。

・また、上記各実施の形態では、吸気負圧の給排に基づきACM30が制動振動を出力する構成としたが、例えば電磁式のアクチュエータなどの他の方法によって制動振動を発生する懸架装置についても、上記各実施の形態に準じた制御構造を適用することができる。

【0127】・また、上記各実施の形態では、本発明の懸架装置を直列4気筒の自動車用ガソリン機関に対して適用した場合について説明したが、本発明にかかる内燃機関の懸架装置は、例えばディーゼル機関や車載用以外の内燃機関といった他の形式の内燃機関に対しても、それが燃焼特性の変化する内燃機関であれば、上記各実施の形態と同様にして適用することができる。なお、ディーゼル機関に適用した場合、上記第2の実施の形態における点火時期に基づく補正に準じた補正を燃料噴射時期に基づき行うことで、これに準じた効果を得ることができる。

【0128】・なお、上記各実施の形態では、理論空燃比での燃焼と希薄空燃比での燃焼とを切り換えて運転を行う内燃機関について本発明にかかる懸架装置を適用した場合について説明した。そして、空燃比の切り換えに伴う燃焼特性の変化に拘わらず効果的に機関振動の支持体（車体）への伝達を抑制できることを述べた。本発明にかかる懸架装置は、こうした空燃比の切り換え以外の操作に応じて機関運転中に燃焼特性の変化する内燃機関にも適用することができ、そしてこの場合にも機関振動の支持体への伝達を効果的に低減することができる。こうした燃焼特性の変化する内燃機関の例として、上記空燃比の変化以外にも、圧縮比、膨張比、燃料圧力、バルブタイミング、バルブリフト量などが変更される内燃機関が考えられる。このような場合、燃料噴射量以外に、

例えばバルブタイミングなどの作動状態を出力トルクを反映するパラメータとして制御振動発生態様を制御することとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の内燃機関の懸架装置の第1実施形態についてその適用対象となる内燃機関の模式構造を示す略図。

【図2】同実施の形態の懸架装置の内部構造を示す断面図。

【図3】同実施の形態の懸架装置を制御する装置の概略構成を示す機能ブロック図。

【図4】VSVの駆動制御態様を示すタイムチャート。

【図5】VSV駆動時期演算部の制御手順を示すフローチャート。

【図6】同じくVSV駆動時期演算部の制御手順を示すフローチャート。

【図7】マップデータである燃料噴射量及び機関回転数とVSV制御デューティ比との関係を示すグラフ。

【図8】マップデータである燃料噴射量及び機関回転数とVSV制御位相との関係を示すグラフ。

【図9】本発明の内燃機関の懸架装置の第2実施形態についてそのVSV駆動時期演算部の制御手順を示すフローチャート。

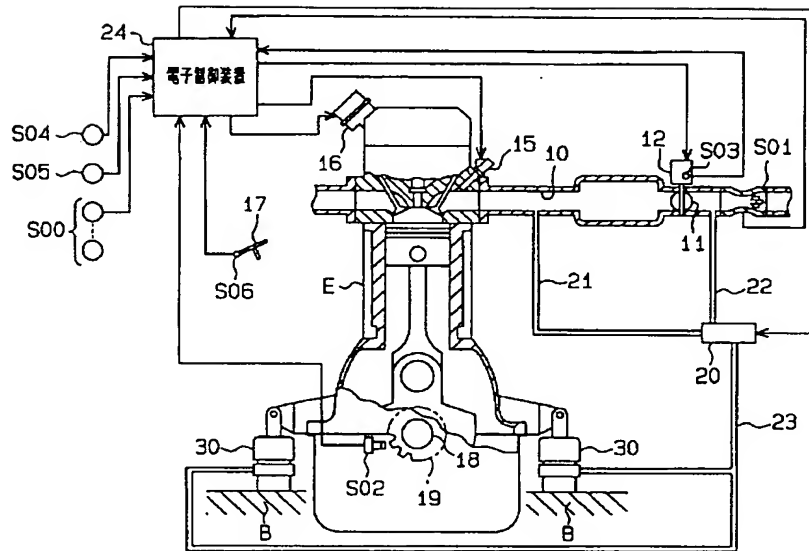
【図10】マップデータである吸入空気量と制御位相及び制御デューティ比の補正量との関係を示すグラフ。

【図11】マップデータである点火時期と制御位相及び制御デューティ比の補正量との関係を示すグラフ。

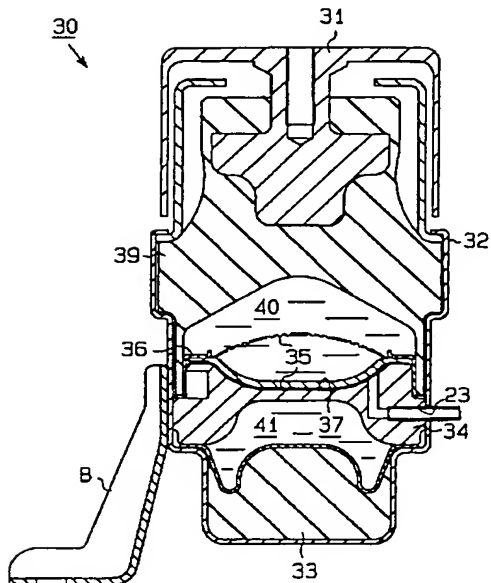
【符号の説明】

10…吸気通路、11…スロットルバルブ、12…スロットル駆動装置、15…インジェクタ、16…イグナイタ、17…アクセルペダル、18…クランクシャフト、19…ロータ、20…負圧切り換え弁（VSV）、21…負圧通路、22…大気圧通路、23…給排通路、24…電子制御装置、30…アクティブコントロールマウント（ACM）、31…連結具、32…本体ケース、33…緩衝部材、34…隔離部材、35…ダイヤフラム、36…固定具、37…空気室、39…弾性部材、40、41…液室、S01…エアフロメータ、S02…クランク角センサ、S03…スロットル開度センサ、S04…車速センサ、S05…シフト位置センサ、S06…アクセル開度センサ、S00…その他のセンサ、P01…回転数演算部、P02…燃料噴射量演算部、P03…点火時期演算部、P04…VSV駆動時期演算部、P05…VSV駆動回路、B…車体、E…内燃機関。

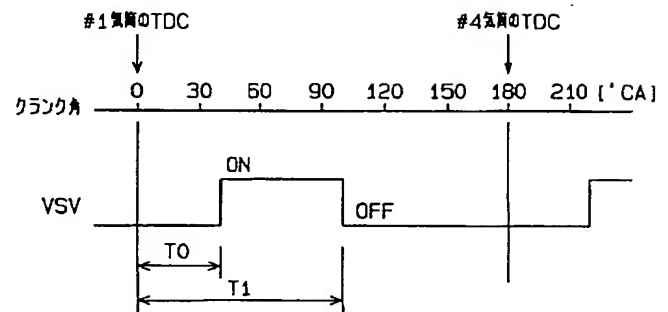
【 図 1 】



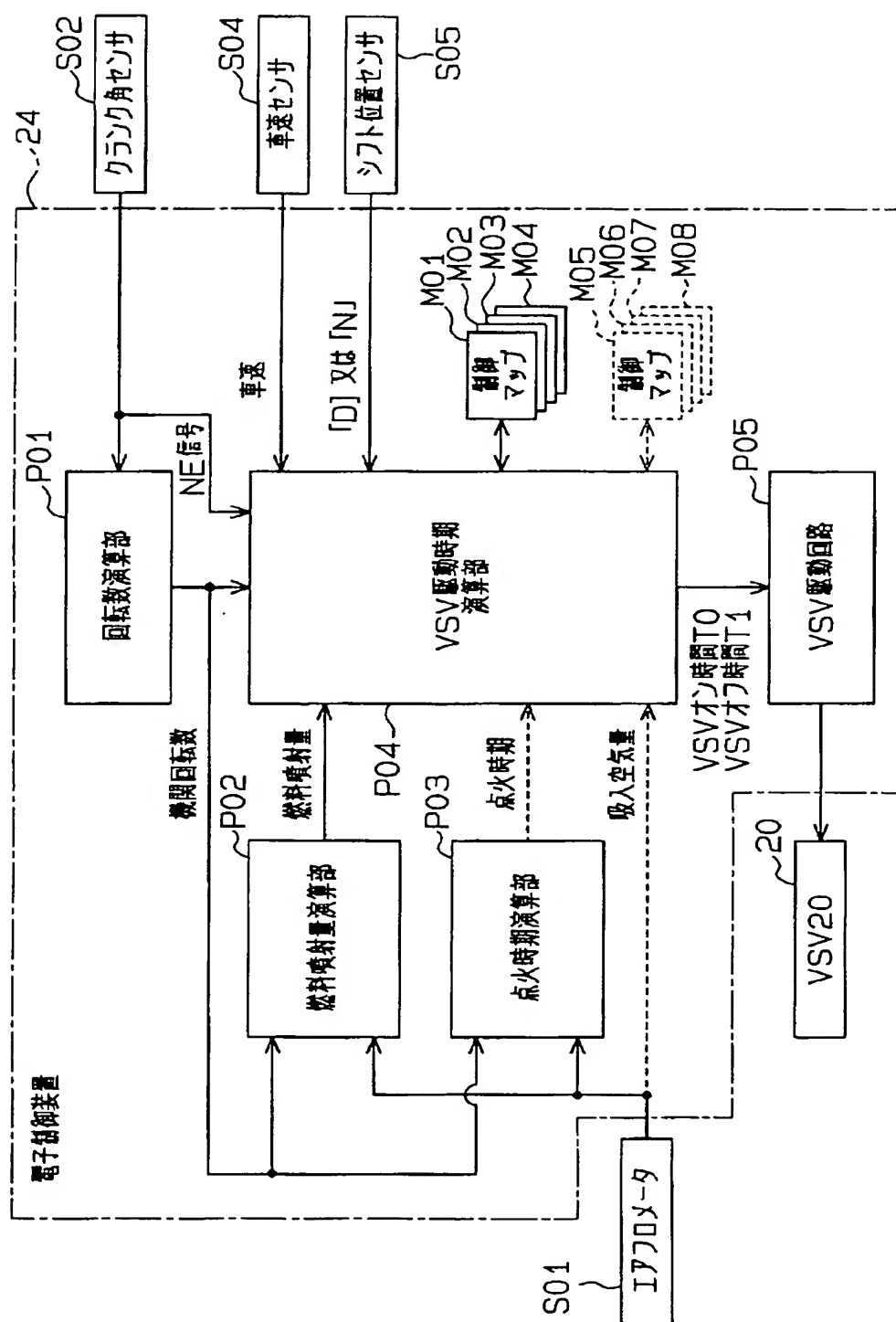
【 図 2 】



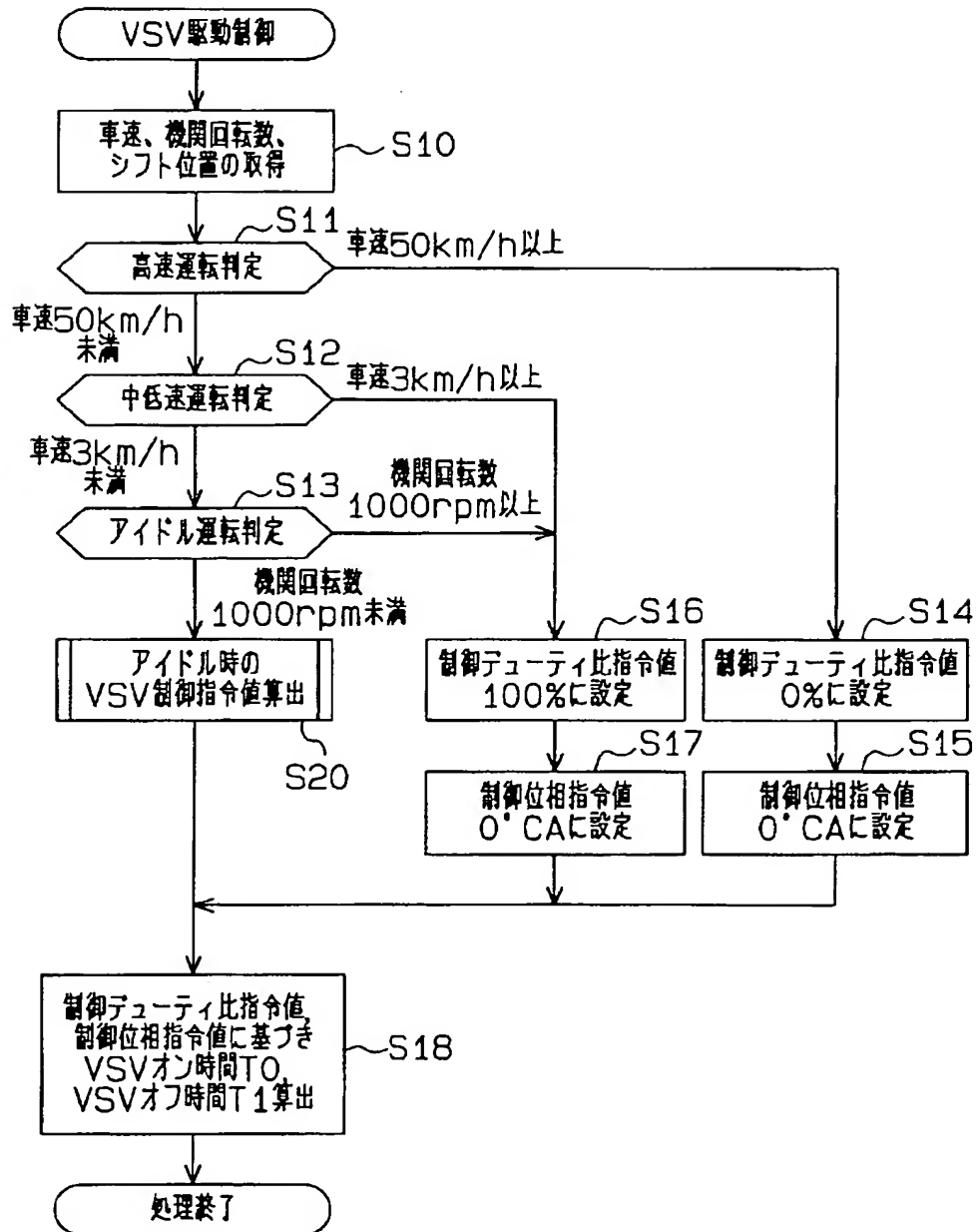
【 図 4 】



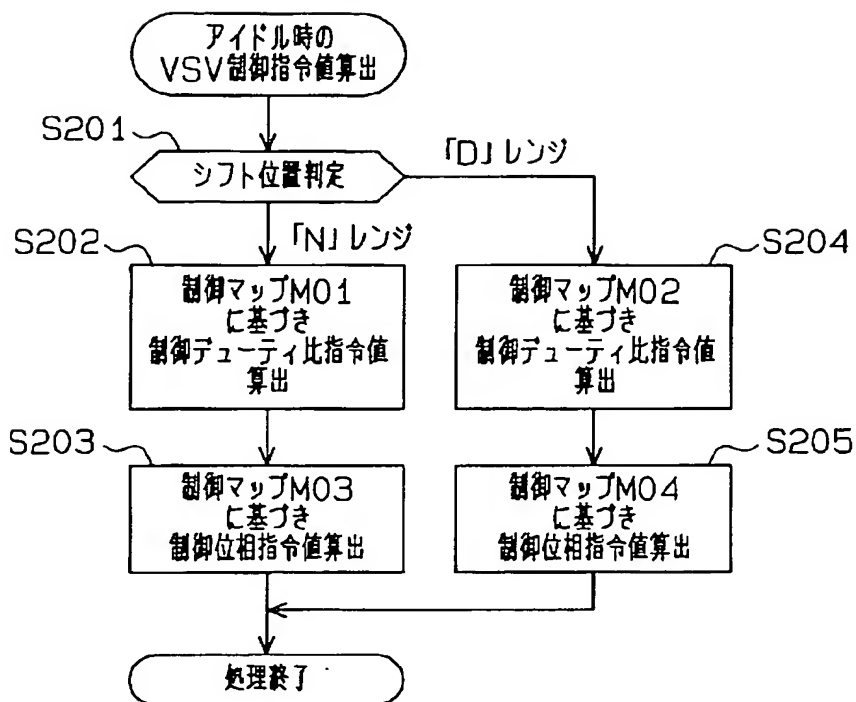
【図3】



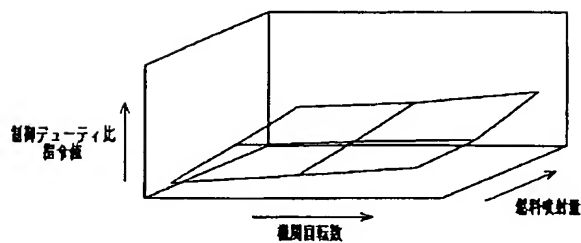
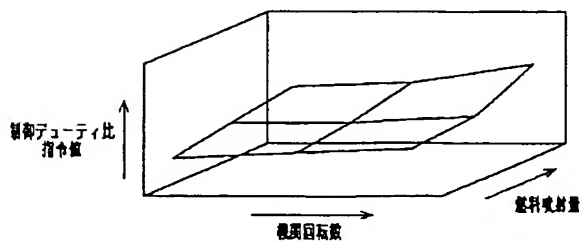
【図5】



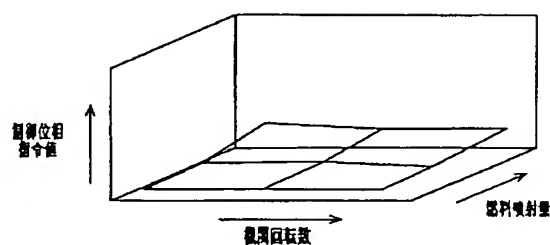
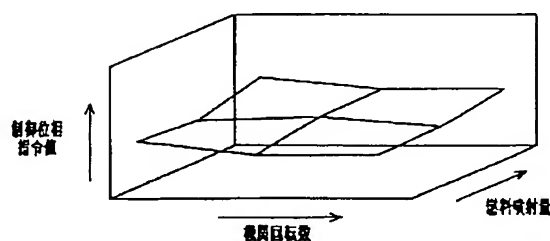
【図6】



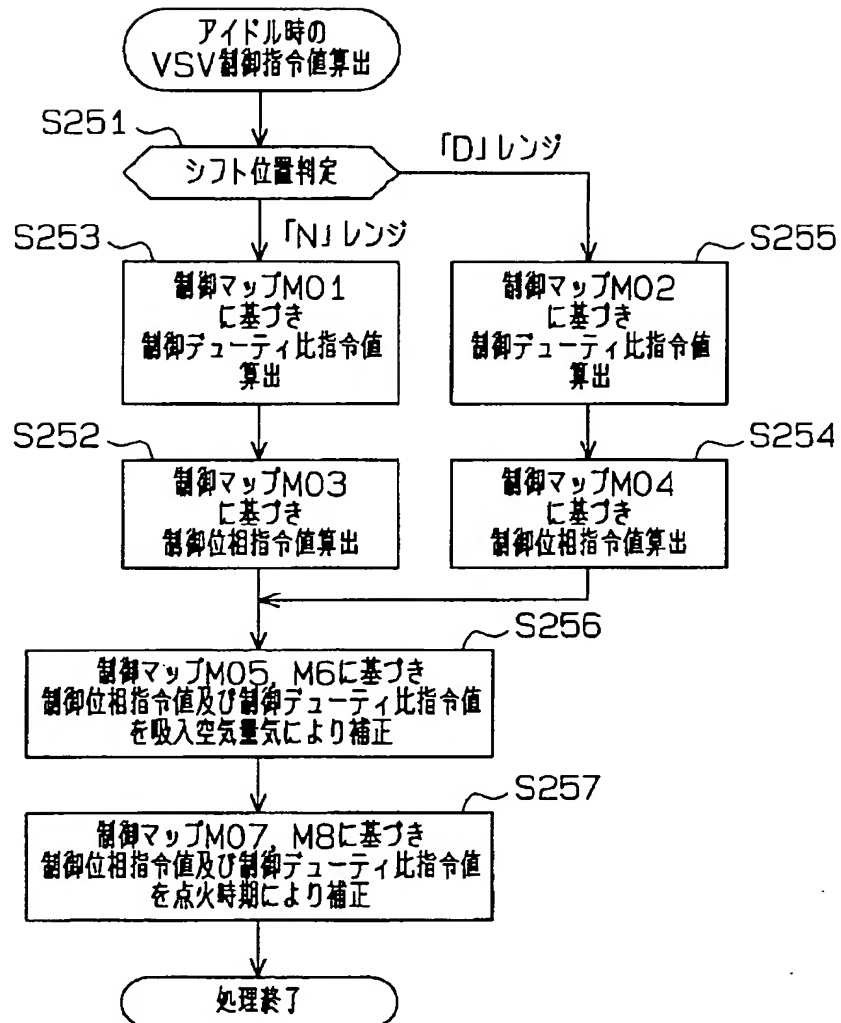
【図7】

(a) 制御マップM01
「N」レンジ時(b) 制御マップM02
「D」レンジ時

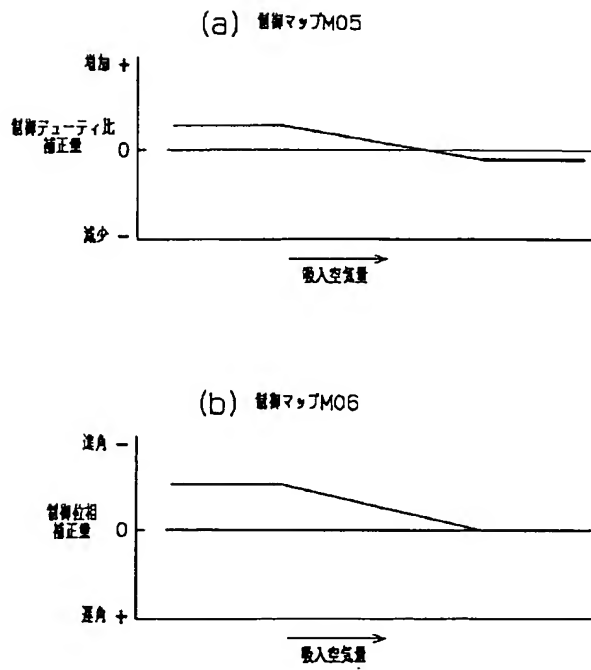
【図8】

(a) 制御マップM03
「N」レンジ時(b) 制御マップM04
「D」レンジ時

【図9】



【 図 10 】



【 図 11 】

